SARS-CoV-2

SARS-CoV-2 ist ein Coronavirus, das Anfang 2020 als Auslöser von COVID-19 identifiziert wurde. Coronaviren verursachen beim Menschen vorwiegend milde Erkältungskrankheiten, können aber mitunter schwere Lungenentzündungen hervorrufen und auch andere Organe befallen.

geändert nach:
https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Steckbrief.html;jsessionid=D0B3E29133B8A2C45AD5C023E30CCF37.internet062?nn=2386228#doc13776792bodyText1 (abgerufen am 08.10.2021).

Aufgaben

1 Der Hauptübertragungsweg für SARS-CoV-2 ist die Aufnahme virushaltiger Partikel, die beim Atmen, Husten, Sprechen, Singen und Niesen ausgestoßen werden. Dabei kann SARS-CoV-2 über das viruseigene Spike-Protein Kontakt zu den menschlichen Zielzellen aufnehmen. Das Spikeprotein nutzt das membranständige Enzym ACE-2 als Rezeptor, um an die Zellen zu binden und einzudringen.

1.1 Nach Infektion mit SARS-CoV-2 wird die unspezifische Abwehr aktiv. Häufig tritt als Symptom Fieber auf. In Material 1 ist die Durchblutung der unteren Extremitäten in verschiedenen Zuständen dargestellt.
Fassen Sie die Vorgänge im Körper von der Entstehung bis zum Abklingen von Fieber zusammen.
Ordnen Sie die Abbildungen A und B aus Material 1 der jeweiligen Fieberphase zu und erklären Sie die dargestellten Abläufe.

(12 BE)

1.2 In der späteren Phase der Infektion mit SARS-CoV-2 werden Antikörper gebildet. Um das Vorhandensein von neutralisierenden Antikörpern nachzuweisen, wurde das in Material 2 dargestellte Verfahren entwickelt.
Beschreiben Sie die Schritte der Immunantwort, die zur Bildung von Antikörpern führen.
Erläutern Sie die Wirkungsweise von neutralisierenden Antikörpern in Bezug auf SARS-CoV-2.
Erklären Sie das Testprinzip in Material 2.

(10 BE)

1.3 Bei Personen mit Blutgruppe A beobachtet man gehäuft einen schwereren Verlauf nach einer Infektion mit SARS-CoV-2. Hier wird eine Assoziation der Blutgruppenoberflächenantigene mit dem ACE-2 Rezeptor vermutet. In Material 3 werden vier Blutproben verschiedener Personen hinsichtlich der Blutgruppe untersucht.
Ermitteln Sie die Blutgruppen der Proben 1–4.

(6 BE)

2 Bei Personen mit Herzkreislauferkrankungen beobachtet man gehäuft einen schweren COVID-19-Krankheitsverlauf.

2.1 Beschriften Sie die anatomischen Strukturen des Herzens in Material 4, Ziffern 1–10 und benennen Sie die Phasen a und b des Herzzyklus in Material 4.
Erläutern Sie die Herzklappenstellungen in allen Herzzyklusphasen.

(12 BE)

2.2 Material 5 stellt den Zusammenhang zwischen den Phasen des Herzzyklus und dem zentralen Venendruck bzw. dem Venenpuls dar.
Ordnen Sie die Wellen (a, c, v) und Senken (x, y) der Venenpulskurve den einzelnen Herzzyklusphasen zu und begründen Sie die Entstehung der Wellen (a, v) und Senken (x, y) in Bezug auf die Herzaktion.

(9 BE)

2.3 Beschreiben Sie die jeweiligen Unterschiede zwischen den folgenden Begriffspaaren:
a) Systole und Diastole,
b) Inotropie und Chronotropie,
c) Segel- und Taschenklappen,
d) Vorlast und Nachlast.

(8 BE)

2.4 Das von SARS-CoV-2 als Rezeptor genutzte ACE-2 sorgt für die Spaltung von Angiotensin II. ACE-2 ist nicht identisch mit ACE. Material 6 zeigt den Signalweg, der durch eines dieser Spaltprodukte an den Gefäßen ausgelöst wird. Die Endothelzellen von Personen mit einer Hypertonie produzieren häufig vermehrt ACE-2.
Beschreiben Sie die in Material 6 dargestellte Signalkette der Spaltprodukte von Angiotensin.
Beurteilen Sie die Gefährdung einer Person mit Hypertonie bei einer Infektion mit SARS-CoV-2 anhand von zwei Aspekten.

(9 BE)

3 Auch die Niere ist Angriffspunkt für SARS-CoV-2.

3.1 Im juxtaglomerulären Apparat wird Renin gebildet, das für die Regulation des Blutdrucks wichtig ist.
Beschriften Sie das Nierenkörperchen in Material 7, Abbildung 7.1.
Erklären Sie die in Material 7, Abbildung 7.2 dargestellte Blutdruckregulation über die Niere auch mit den kybernetischen Fachbegriffen.
Geben Sie dabei auch die nicht ausdrücklich dargestellten Schritte des Renin-Angiotensin-Aldosteron-Systems (RAAS) an.

(14 BE)

3.2 Die Niere spielt auch eine Rolle bei der Regulation des Calciumhaushalts.
Erläutern Sie die in Material 8 dargestellten Zusammenhänge der Regulation des Calciumspiegels im Blut.

(6 BE)

3.3 Während des Klimakteriums kommt es zu Veränderungen des Calciumhaushalts, die zu Osteoporose führen können. In Material 9 wurden verschiedene Hormonkonzentrationen bei gesunden (Kontrolle) und von Osteoporose betroffenen Frauen gemessen. In der Postmenopause steigt die Inzidenz der Osteoporose.
Leiten Sie mithilfe von Material 8 und 9 die Entstehung der Osteoporose bei Frauen in der Postmenopause her.

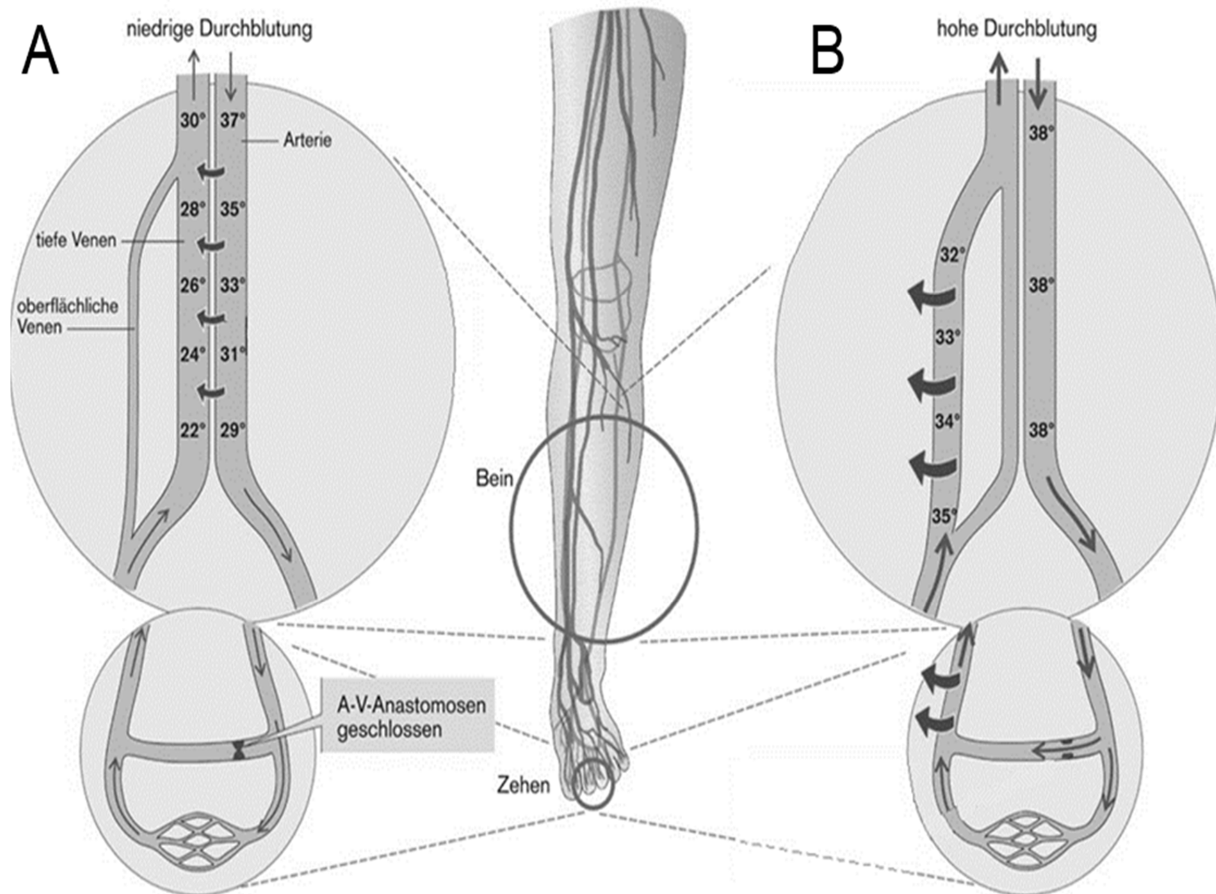
(6 BE)

3.4 Das durch die Nierenkörperchen gefilterte Calcium wird im distalen Tubulus resorbiert. Material 10 zeigt die Transportmechanismen, die dies ermöglichen.
Erläutern Sie die Resorption von Calcium im distalen Tubulus mithilfe von Material 10.
Entwickeln Sie aufgrund Ihrer Kenntnisse über die Signaltransduktion drei Hypothesen zur Wirkungsweise des Peptidhormons Parathormon an den Zellen des distalen Tubulus.

(8 BE)

Material 1

Durchblutung der Extremitäten

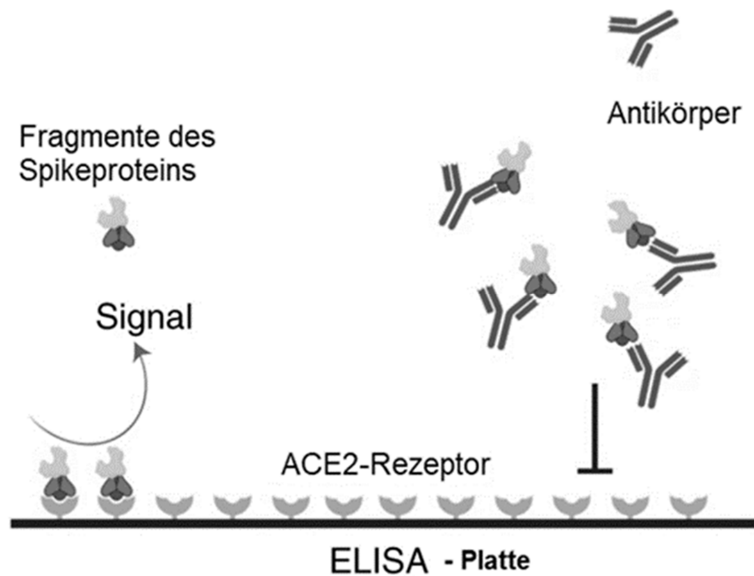


geändert nach: Hans-Christian Pape, Armin Kurtz, Stefan Silbernagl: Physiologie, Stuttgart 9. Auflage 2019, S. 573.

Hinweis:
Eine AV-Anastomose ist eine Kurzschlussverbindung zwischen einem arteriellen und einem venösen Blutgefäß.

Material 2

Nachweis von Antikörpern

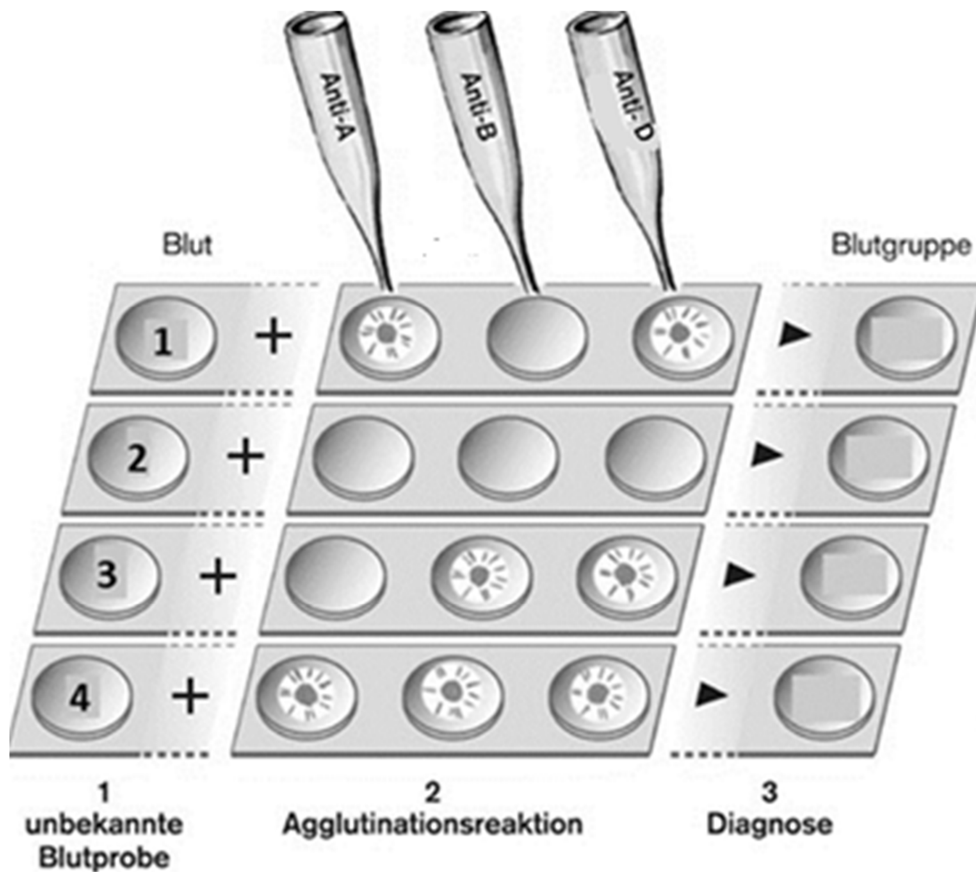


geändert nach: Chee Wah Tan et al.: A SARS-CoV-2 surrogate virus neutralization test based on antibody-mediated blockage of ACE2–spike protein–protein interaction, in: Nature Biotechnology (Heft 38) 2020, S. 1073–1078.

Hinweise:
Zur Testung gibt man Serum der Testperson und Fragmente des Spikeproteins auf die Testplatte.
Das Signal kann z.B. eine Farbreaktion sein.

Material 3

Blutgruppenbestimmung



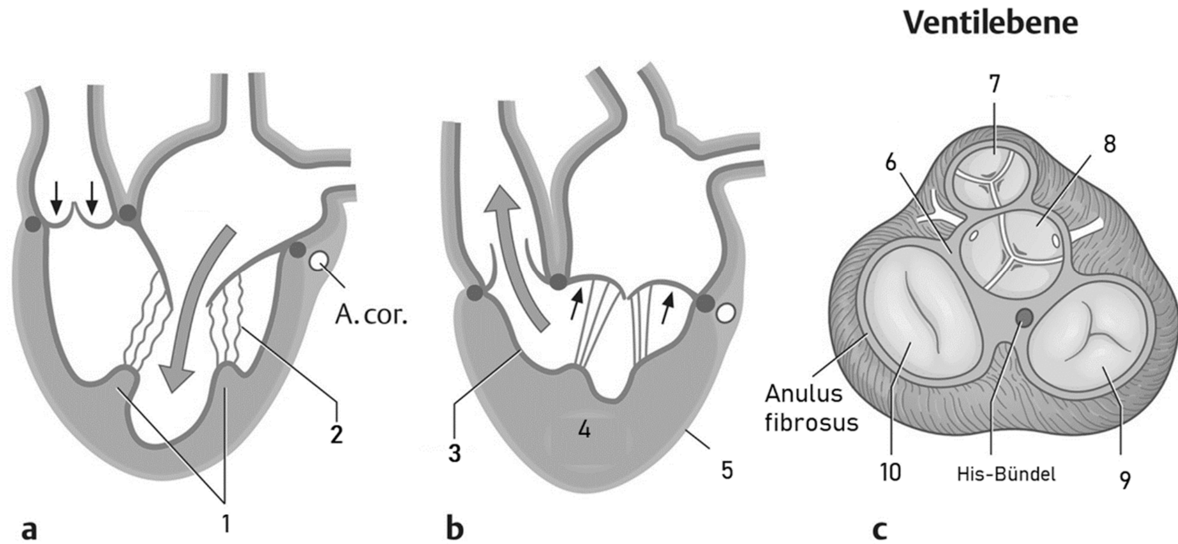
geändert nach: Hans-Christian Pape, Armin Kurtz, Stefan Silbernagl: Physiologie, Stuttgart 9. Auflage 2019, S. 279.

Hinweis:

 = Agglutinationsreaktion

Material 4

Schematische Abbildung des Herzens in verschiedenen Herzzyklusphasen



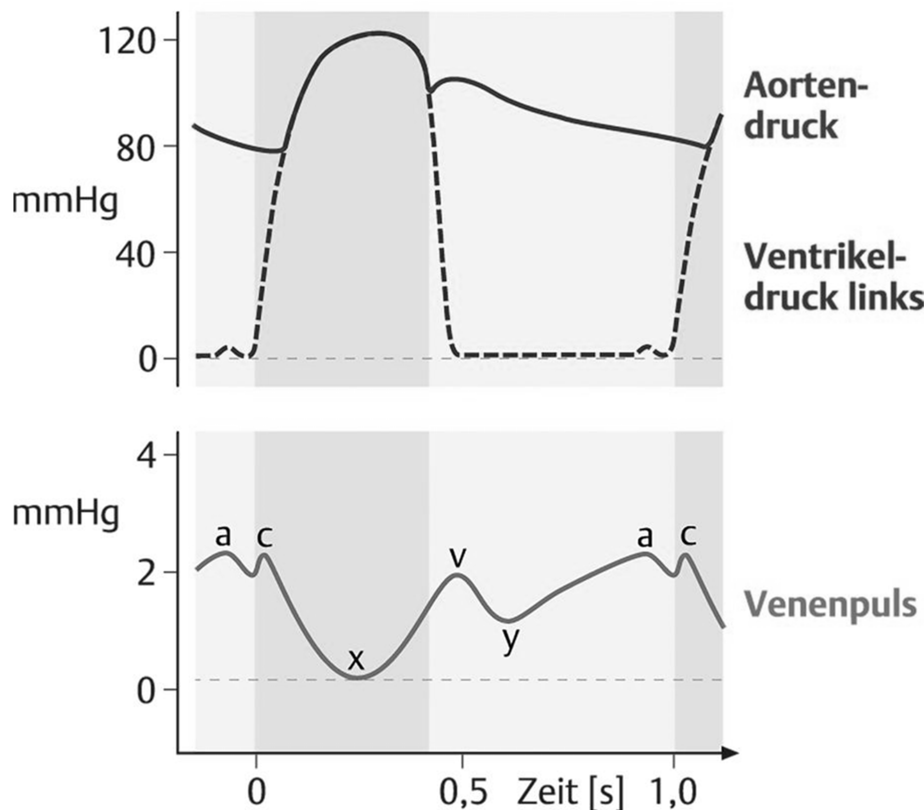
geändert nach: Renate Lüllmann-Rauch, Esther Asan: Taschenlehrbuch Histologie, Stuttgart 6. Auflage 2019, S. 322.

Material 5

Venenpuls / ZVD (Zentraler Venendruck)

Unter dem ZVD versteht man den in der Vena cava superior herrschenden Druck; er entspricht ungefähr dem Druck im rechten Vorhof. Der ZVD weist pulssynchrone und atmungsabhängige Schwankungen auf. Die pulssynchronen Schwankungen (Venenpuls) stehen in festem zeitlichem Zusammenhang mit der Herzaktion.

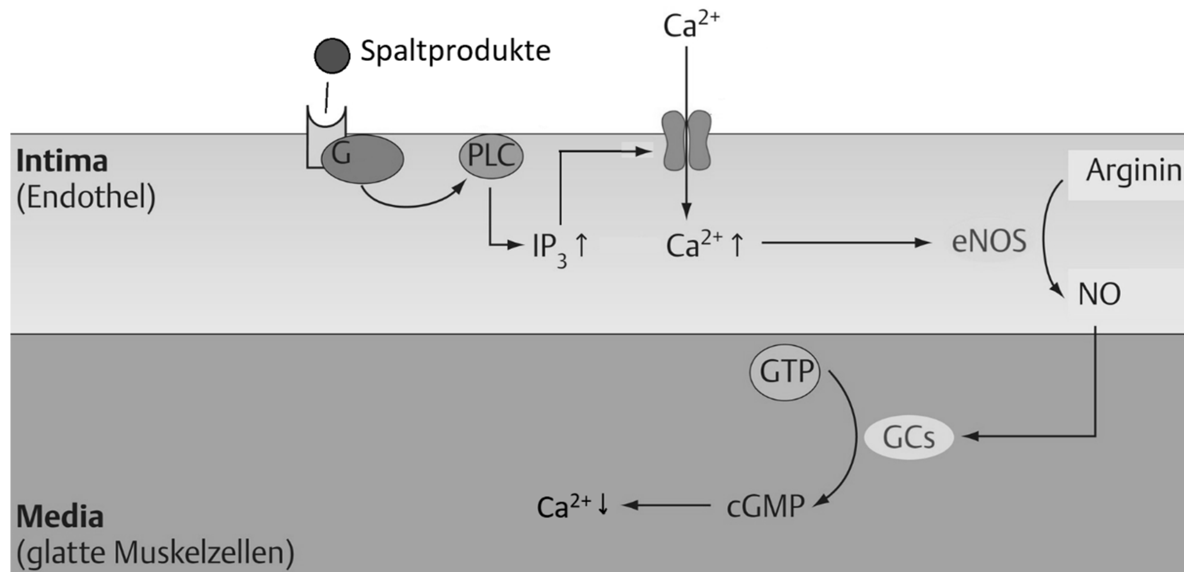
Zusammenhang zwischen Herzaktion und Venenpuls



geändert nach: Jan C. Behrends: Duale Reihe Physiologie, Stuttgart 4. Auflage 2021, S. 141.

Material 6

Signaltransduktion durch Spaltprodukte von Angiotensin an den Zellen der Blutgefäße



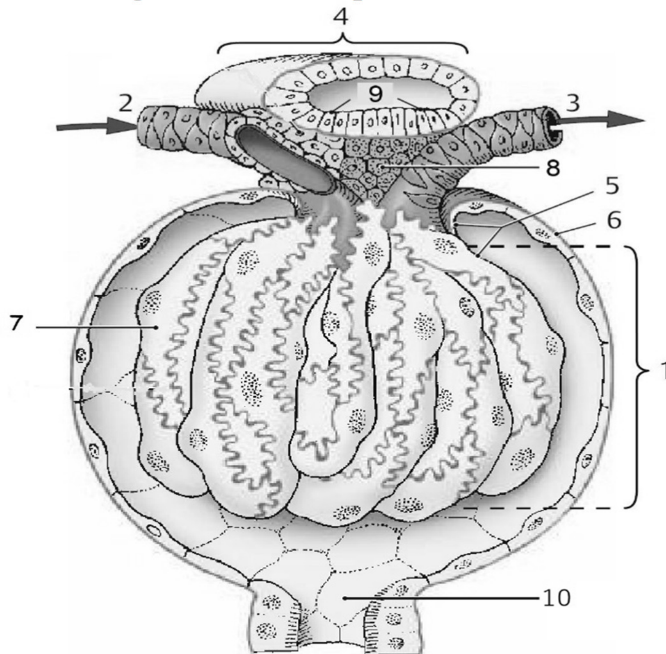
geändert nach: Karl Heinz Graefe et al.: Duale Reihe Pharmakologie und Toxikologie, Stuttgart 2. Auflage 2016, S. 168.

Hinweise:
PLC = Phospholipase C
IP_3 = Inositoltriphosphat
eNOS = NO-Synthase
NO = Stickstoffmonoxid
GCs = Guanylatzyklase

Material 7

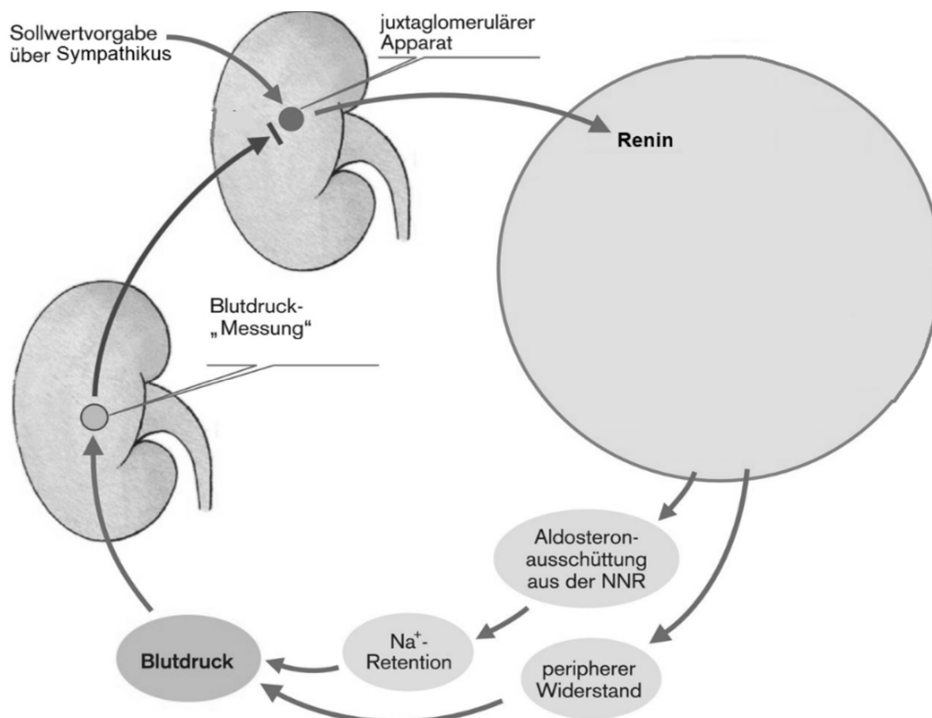
Blutdruckregulation

Abbildung 7.1: Nierenkörperchen



geändert nach: Helga Fritsch, Wolfgang Kühnel: Taschenatlas Anatomie, Band 2: Innere Organe, Stuttgart 12. Auflage 2018, S. 251.

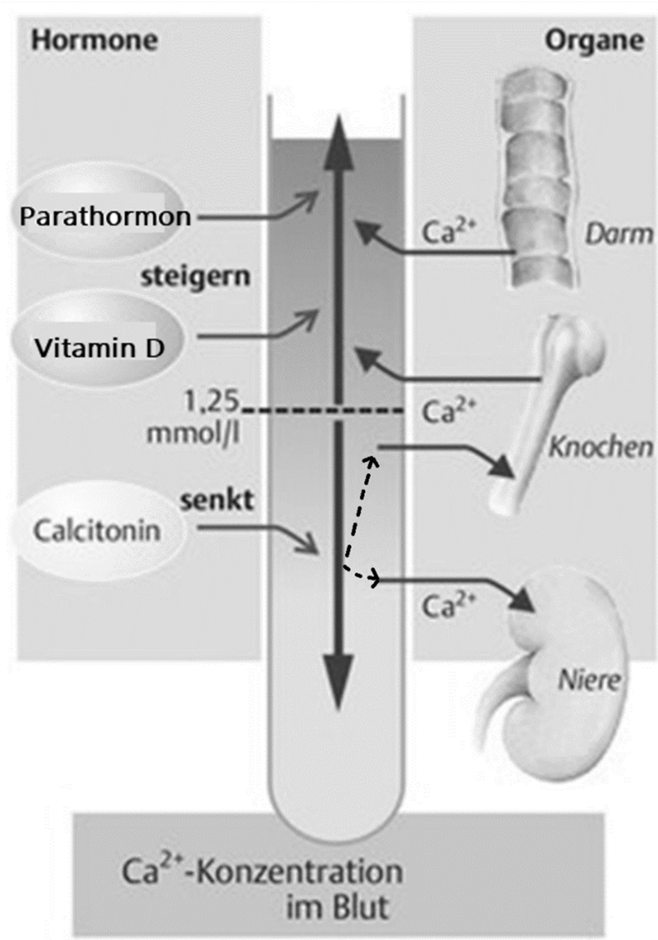
Abbildung 7.2: Regelkreis Blutdruck



geändert nach: Hans-Christian Pape, Armin Kurtz, Stefan Silbernagl: Physiologie, Stuttgart 9. Auflage 2019, S. 434.

Material 8

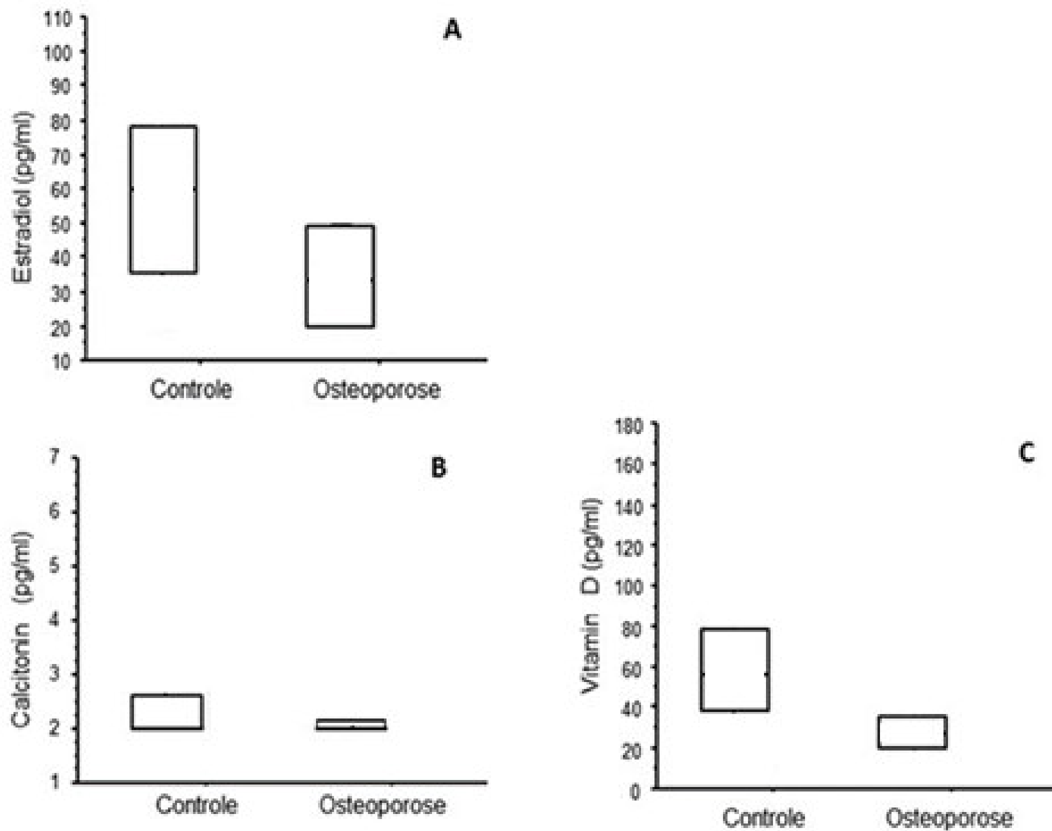
Regulation des Ca^{2+}-Spiegels



geändert nach: Stefan Silbernagl, Agamemnon Despopoulos, Andreas Draguhn: Taschenatlas Physiologie, Stuttgart 9. Auflage 2018, S. 319.

Material 9

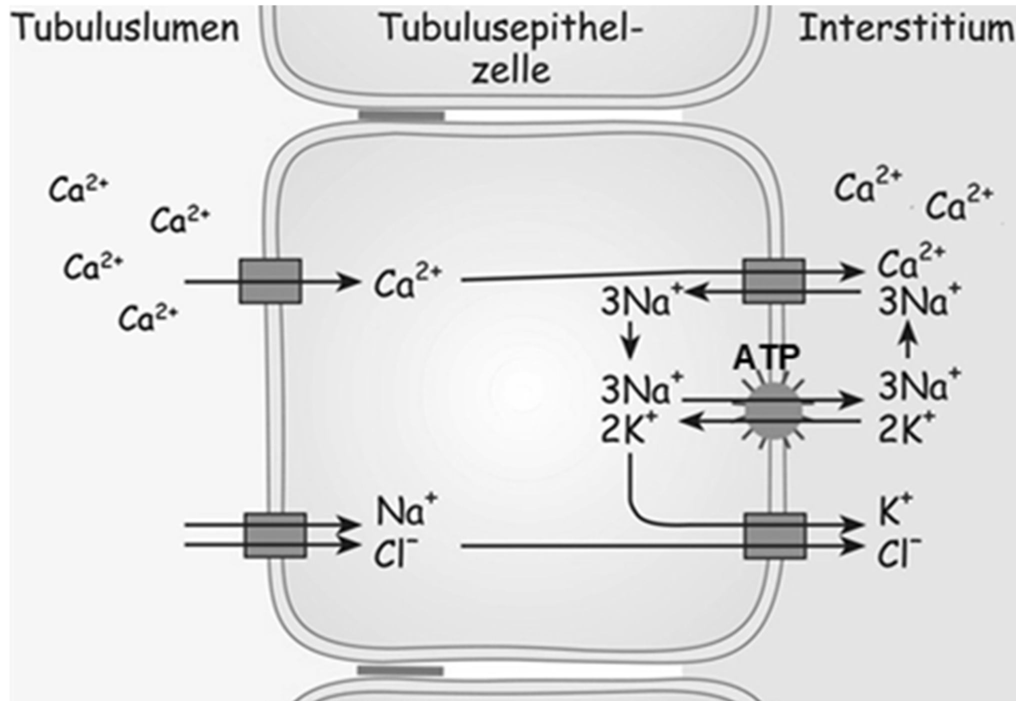
Hormonkonzentrationen bei Osteoporose



geändert nach: https://eref.thieme.de/ejournals/1982-4378_efirst?fromSearch=true&context=search#/10.1055-s-0041-1726065 (abgerufen am 05.10.2021).

Material 10

Ca^{2+}-Resorption im distalen Tubulus



geändert nach: Florian Horn: Biochemie des Menschen, Stuttgart 8. Auflage 2020, S. 683.